

## I u Turskoj istražuju mogućnosti veće primjene biljnih ulja

Prema pisanju časopisa *Industrial lubricating and tribology* na institutima nekoliko turskih sveučilišta ispituje se mogućnost veće primjene biljnih ulja, prvenstveno repičinog ulja, kao dodatak ili zamjena za dio mineralnih ulja. Ova su istraživanja potaknuta sve većim zahtjevima za primjenom biorazgradljivih sirovina gdje god je to moguće, ali i mogućnošću korištenja repičinog ulja vlastite proizvodnje kao obnovljivog izvora. Za ispitivanje su namiješani uzorci biljnog i mineralnog ulja SAE 20 gradacije u sljedećim koncentracijama: 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 40 i 50 % repičinog ulja.

Za istraživanja je konstruiran posebni laboratorijski uređaj koji se sastoji od statički opterećenog ležaja jednog motora. Ispitivanja su obavljana kod sobne i kod povišenih temperatura. Biljna ulja imaju u usporedbi s mineralnim uljima određene prednosti. Tako imaju manju hlapljivost, manji gubitak isparavanja i više plamište, bolja svojstva graničnog podmazivanja (boundary lubricating properties). U pravilu imaju i veći indeks viskoznosti i otpornija su na zapaljenje. Možda im je najveća prednost u mogućnosti lakšeg otapanja aditiva kao i produkata oksidacije nastalih tijekom uporabe.

Po mišljenju stručnjaka s turskih sveučilišta ovo će stoljeće biti okarakterizirano primjenom biorazgradljivih biljnih ulja za podmazivanje ne samo u motornoj industriji, već i u široj industrijskoj uporabi. Zanimljiva su ispitivanja o usporedbi mazivosti mineralnih i sintetičkih ulja sa i bez fosfornih aditiva. To će se posebno odraziti na korištenje cink dialkil ditiofosfata kao aditiva u narednom razdoblju. Cink i fosfor su nepoželjni u okolišu, posebno u blizini vodoopskrbnih područja. Ta usporedna istraživanja mineralnih ulja sa i bez fosfora provedena su korištenjem motornih testova i mikroanalizama x-zraka primjenom elektronske mikroskopije SEM (Scanning Electron Microscopy). Ispitivanja su pokazala da nema veće razlike kod ispitivanih uzoraka u nekim elementima, posebno što se tiče potrošnje goriva.

Ova istraživanja doprinose mnogobrojnim naporima koje ulažu razni instituti u svijetu u ispitivanje mogućnosti primjene obnovljivih izvora energije i sirovina, posebice u pronalaženju biorazgradljivih proizvoda, koji bi zamijenili ugljikovodike koji zbog svoje biološke nerazgradljivosti predstavljaju stalnu opasnost za okoliš.

## Topografija i tribologija mazivih masti

Zbog niza prednosti mazive se masti u automobilskoj, ali i u svim drugim industrijama i mjestima primjene u posljednjem desetljeću sve više koriste. U skladu s tim su povećani i istraživački radovi u tehnološkom i primjenskom segmentu. To se podjednako odnosi na sve topljive masti u svezi biološke razgradljivosti, tj. na one izrađene iz mineralnih ulja i one dobivene iz biljnih ulja. Masti su nenjutonske tekućine sa specifičnim reološkim i tribološkim svojstvima i ponašanjem u primjeni. U zadnje se vrijeme sve veća pažnja poklanja topografiji svježih mazivih masti, kako bi se bolje osvijetlilo njihovo ponašanje u svim vidovima i uvjetima primjene. Na

osnovi dobivenih rezultata i saznanja o topografiji masti podešavaju se i tehnološki postupci dobivanja i odabir sirovina. To se podjednako odnosi na mazivu komponentu u najvećem broju slučajeva o mineralnom ili biljnom ulju, ali i o korištenom sapunu. Danas se zbog niza prednosti mnogo koriste litijevi sapuni. Mnogo je radova u posljednje vrijeme objavljeno o elastohidrodinamičnom ponašanju mazivih masti EHD (Elasto Hidro Dynamic Contacts). Ispitivani su i uspoređivani rezultati dobiveni s potpuno uronjenim ležajevima u mazivu mast i oni s oskudnim podmazivanjem. Ovi tribološki pokusi su dali relevantne podatke za izučavanje utjecaja sastava i topografije masti u primjeni. Za proučavanje ponašanja pojedinih sastojaka u mazivim mastima je korištena infracrvena spektralna fotometrija IR (Infra Red Spectroscopy). To je moguće stoga što infracrvena zraka prolazeći kroz mazivu mast uvjetuje i vibracije svih molekula. Određivanjem apsorpcije dobivaju se informacije o gustoći pojedinih komponenata. Tako dobiveni topogrami daju dovoljno informacija o raspodjeli lokalne gustoće u masnom sloju.

Reološkim ispitivanjima je dobiveno dosta kriterija za ocjenu masti u primjeni. Ispitivanja na reološkim testovima daju podatke o utjecaju topografije masti na njezino ponašanje u primjeni. Slično tome su dobiveni rezultati o potrebnoj energiji za promjenu strukture masti od početka do kraja testa koja se često naziva reološka energetska gustoća RED (Rheological Energy Density).

Ukratko, pod pojmom topografija mazivih masti podrazumijevamo raspodjelu gustoće masti ili raspodjelu pojedinih svojstava mazive masti u mazivom sloju.

### **Novi brodski propulzijski sustav**

Posebno nagli razvoj nautičkog turizma uvjetovao je i unapređenje načina pogona većih i manjih brodica. Bez obzira radi li se o benzinskom ili dizelovom motoru ili pak o dvotaktnoj ili četverotaktnoj izvedbi, uvijek su zahtjevi jednaki: od suvremenog brodskog motora danas se traži da bude učinkovit, trajan, štedljiv, tih i jeftin. Ekološki zahtjevi zadnjih godina dolaze u prvi plan, te su u većini zemalja i normativno regulirani. Veliki svjetski proizvođači tih motora nastoje se nametnuti tržištu novim tehnološkim rješenjima i primjenom novih materijala.

Jedno od najnovijih rješenja nedavno je na tržište dala poznata švedska tvornica Volvo Penta, a radi se o načinu propulzije. Tvrdi se da je novim načinom propulzije brodica 20% brža, da ima izrazito poboljšano ubrzanje, da proizvodi 50% manje buke i vibracija te da se njome neusporedivo lakše rukuje. Pojednostavljeno rečeno, novi sustav propulzije nudi okretanje vijka u smjeru kretanja brodice, dakle, vijak više ne gura brodicu nego je vuče, slično kako je to kod brodskog motora s propelerom. Obično se ugrađuju po dvije motorne jedinice, a svaka jedinica pokreće po dva kontrarotirajuća vijka.

Za sada se ovaj način propulzije primjenjuje samo na većim brodovima i jahtama, čija ukupna duljina nije manja od desetak metara. Takvi brodovi postižu u plovidbi brzinu od 25 do 40 čvorova na sat. Svaki motor ima poseban porivni sustav koji ujedno služi i kao kormilo. Kako se cijeli sustav okreće, vijci uvijek vuku brod u

željenom smjeru. Na taj je način omogućeno i da se brodica sama okreće u mjestu, što doprinosi lakšem i sigurnijem pristajanju uz obalu. Pramčani vijak koji se prije upotrebljavao u tu svrhu postaje suvišan i nije ga više potrebo ugrađivati. Plovidba krmom je posebno ugodnija i sigurnija primjenom ovog načina propulzije, odnosno vučenja broda. Predviđeno je da se cijeli sustav elektronski kontrolira integriranom Volvo Penta EVC elektronskom platformom. Taj visokosofisticirani sustav uzima u obzir kako voda (more) klizi uz kobilicu plovila pri različitim brzinama, a povećanjem brzine je i olakšano kormilarenje brodom.

Sigurnosti radi omogućena je plovidba sa samo jednim motorom, odnosno jednim vučnim sustavom, sve su funkcije udvostručene, a u slučaju otkazivanja elektronskog sustava i kontrole može se motorom i ručno upravljati. Vrlo je vjerojatno da ćemo uskoro na našem Jadranu vidjeti plovila na kojima je ugrađen ovaj, sada gotovo revolucionaran, način propulzije brodica.

### **Otpornost plastičnih materijala na trošenje i trenje**

Plastični materijali koji imaju dobra mehanička svojstva, zbog niže cijene, ali i zbog određenih specifičnih svojstava, sve se više koriste kao zamjena za metale za izradu pojedinih elemenata strojeva i uređaja. Posebno su zanimljiva svojstva raznih plastičnih materijala u odnosu na trošenje i trenje. Tako su uspoređivana i ispitivana svojstva sljedećih pet plastičnih materijala koji se najčešće koriste kao zamjena za metalne dijelove. Kod ispitivanja su korišteni samo nepojačani polimerni materijali: polikarbonati, polifenilen oksidi, poliamidi, poliacetali i polibutilentereftalati. Ispitivanja su pokazala da svojstva trošenja i trenja ovise o uvjetima trenja i sposobnostima odvođenja topline pojedinih polimernih materijala s kontaktne površine. Čvrstoća materijala sama po sebi nema posebno važnu ulogu. Plastični materijali koji se koriste u navedene svrhe zapravo su termoplastični materijali. Njihova čvrstoća po jedinici težine pojedinog materijala, što zapravo predstavlja njihovu specifičnu jačinu, veća je od uobičajenih metala koji se koriste u strojogradnji, a da je pri tome njihova cijena relativno niža. Koliko god je o mehaničkim vrijednostima pojedinih tipova plastičnih materijala mnogo objavljeno, toliko se malo ispitivalo svojstva trenja i trošenja pojedinih plastičnih materijala u uvjetima praktične primjene.

Polikarbonati (PC) su transparentna amorfna plastična materija. Kod njih su kisik i benzenski prsten uvedeni u duge lance ugljikovih polimera. Taj materijal nije pogodan kao antitrošeći polimer, a često se koristi za pojedine dijelove automobilske karoserije kao i za izradu CD-a (compact discs).

Polifenilen oksidi (PPO) su također amorfni plastični materijali. I kod njih su, kao i u slučaju polikarbonata, kisik i benzen uvedeni u dugi lanac ugljika. PPO je plastični materijal s većom viskoznošću i zbog toga se teško iz njega izrađuju pojedini elementi ubrizgavanjem u pojedine kalupe. Stoga se često u PPO primješava i polistiren, pa se na taj način iz tako denaturiranog PPO materijala lakše izrađuju pojedini elementi strojeva. Ostala tri spomenuta plastična materijala predstavljaju

kristalizirane plastične materijale, poliamidi (PA) predstavljaju linearne polimere. Najpoznatiji poliamid je nylon (i nylon 66) kod kojeg je dušik uveden u glavni lanac ugljikovih atoma. U automobilske industrije najviše koristi za izradu raznih manjih ili većih posuda i spremnika. Poliacetal je, međutim, poznat po čvrstoći i dobrim mehaničkim svojstvima.

Ispitivanja svih ovih najviše korištenih materijala u automobilske industrije kao zamjena za metalne legure su pokazala da njihova antitrošna svojstva i utjecaj na trenje ne ovise o njihovoj tvrdoći, najčešće određivanoj prema Rockwellovoj tvrdoći. Fenomen i svojstva otpornosti na trošenje ovih plastičnih materijala ovise prvenstveno o njihovoj termalnoj stabilnosti i svojstvima. Brzo odvajanje topline s mjesta dodira i trenja je osnovno svojstvo pojedinog plastičnog materijala glede trošenja i trenja.

### **Trenutačno mjerenje viskoznosti**

U američkom institutu MEMS USA razradili su akustički viskozimetar pomoću kojega se može trenutačno odrediti viskoznost ulja ili drugog tekućeg medija. U naftnoj industriji, posebice kod proizvodnje motornih i drugih mazivih ulja i tekućina, viskoznost je jedan od najvažnijih integralnih parametara po kojemu se određuje i ocjenjuje pogodnost nekog maziva za primjenu na jednom određenom mjestu podmazivanja. Tradicionalno se viskoznost ulja određivala njegovim propuštanjem iz spremnika u drugi kroz kapilaru određenog promjera pod silom gravitacije. Postoje danas u svijetu razne izvedbe takvih viskozimetara koje su više ili manje standardizirane ili prihvaćene. Dobivene vrijednosti ovim se mjerenjima označavaju kao kinematička viskoznost nekog ulja i izražavaju se  $\text{mm}^2/\text{s}$  ili starijim mjernim jedinicama centistokima (cSt) Centistokes ili sajboltima (SUS) Saybolt Universal Seconds.

U svijetu se danas za određivanje viskoznosti ulja najviše koristi postupak opisan u američkim standardima ASTM D 445 (American Society for Testing and Materials). Po tom se postupku ispitivana tekućina ostavi u termostatu na određenoj temperaturi najmanje 30 minuta te se mjeri vrijeme za koje određeni volumen ispitivane tekućine prođe kroz kapilaru. Ma koliko su razne varijante ovih viskozimetara točne i pouzdane te se dobiveni rezultati mogu uvijek s dovoljnom točnošću reproducirati, zajedničko im je to što za određivanje treba određeno vrijeme. Međutim, vrlo često se u praksi, posebice kod velikih industrijskih postrojenja i uređaja zahtijeva da se kinematička vrijednost nekog tekućeg medija odredi trenutačno, direktnim očitavanjem na instrumentu.

Na spomenutom američkom institutu su upravo razradili i objavili metodu kojom se može trenutačno odrediti viskoznost. Po objašnjenju Chucka Christensena, predsjednika primjenske tehnologije MEMS USA instituta, postupak se sastoji u podjeli tekućine u protok kroz dvije male cjevčice. U manjoj cijevi se režim podešava tako da se postignu laminarni uvjeti tečenja, a u drugoj, većoj, turbulentni uvjeti. Razlika u trenju kod laminarnog i turbulentnog tečenja predstavlja zapravo razliku u

viskoznosti koja se akustičnom metodom direktno očitava i određuje kao kinematička viskoznost. Očekuje se veća primjena u praksi ovog zanimljivog i specifičnog načina određivanja viskoznosti ulja i tekućina.

### **Motorna ulja iz prirodnog plina**

Još prije nekoliko godina nije se niti pomišljalo da bi se iz prirodnog plina isplatilo proizvoditi motorna ulja. Danas otkrivene ogromne rezerve prirodnog plina, a istodobno ograničene količine sirove nafte, daju naslućivati i takve mogućnosti. Svjedoci smo uloge nafte u današnjem svijetu i svjetskih kriza koje su uvjetovane upravo naftom. Raspoložive količine i cijene prirodnog plina na međunarodnom tržištu uvjetuju njegovu sve veću potražnju i potrošnju. To je utjecalo i na cijene prirodnog plina koje u pravilu prate cijenu sirove nafte na međunarodnom tržištu. Dok cijena prirodnog plina u Europi prati porast ili pad cijena sirove nafte s kašnjenjem od nekoliko tjedana, na američkom je tržištu taj pomak znatno kraći. Prirodni plin zamjenjuje danas naftu uglavnom kao izvor energije u toplanama i termoelektranama i služi sve više za pogon motora s unutarnjim izgaranjem.

Nizom uglavnom dobro poznatih tehnoloških postupaka mogu se iz plina dobiti ne samo tekuća goriva, nego i niz drugih spojeva među koje spadaju i maziva ulja i masti. Iz prirodnog plina se prema takvom scenariju nakon prečišćavanja proizvodi sintetički plin, tj. smjesa vodika i ugljičnog monoksida. Nakon odvajanja vode nastale u tim procesima dobro poznatom i prije mnogo korištenom Fischer-Tropsch reakcijom, dobivaju se razni ugljikovodici i voda. Destilacijom i hidroobradom ove smjese dobivaju se razni tržištu poznati i potrebni proizvodi. Tako nastaje visokokvalitetno dizelsko gorivo s visokim cetanskim brojem i niskim sadržajem sumpora, zatim mlazno gorivo i bazni benzin koji može naći primjenu kod sirovina u petrokemijskoj industriji. Iz težih frakcija može se dobiti vosak i ugljikovodici koji nakon procesa hidroizomerizacije daju visokokvalitetno bazno ulje potrebno za namješavanje motornih, industrijskih i svih drugih visokovrijednih maziva. Tako dobiveno bazno ulje ima indeks viskoznosti iznad 140, Noack vrijednost ispod 10, nisko krutište i vrlo visoku kemijsku stabilnost. Po tim svojim fizikalno kemijskim karakteristikama se bazno ulje dobiveno na opisani tehnološki način ili, točnije rečeno, nizom tehnoloških postupaka može po svojim primjenskim karakteristikama uspoređivati i s polialfaolefinima koji se koriste za namješavanje motornih ulja najviše kvalitete. Prema tome, nije više pitanje tehnoloških mogućnosti nego prvenstveno odnosa cijena sirove nafte i prirodnog plina kada će se moći komercijalno koristiti prirodni plin za dobivanje visokovrijednih mazivih ulja.

### **Steriliziranje zagađenog zraka**

Veća koncentracija raznih mikroba kao što su bakterije i gljivice može ne samo skratiti trajnost ulja za obradu metala, već i ugroziti zdravlje osoba koje s tim tekućinama dolaze u dodir. Danas se koriste razne metode i sredstva da se spriječi

rast takvih mikroba. Vrlo često se za vrijeme proizvodnje, ali i tijekom uporabe tekućina za obradu metala u njih dodaju razni bioicidi.

Najčešći izvor odakle dolaze takvi mikrobi jest zrak koji se ventilatorima i putem klimatizacije ubacuje u radne prostorije i tvorničke hale. Danas postoje razrađeni postupci kojima se mogu smanjiti ili ukinuti mikrobi iz zraka. Jedan zanimljivi postupak su nedavno razradili istraživači na američkom sveučilištu u Buffalu, a uređaj su nazvali bioflower. Uređaj je zapravo modifikacija uređaja poznatog pod imenom Roots Flower. Bioflower radi tako da se sav zrak koji se ubacuje u prostoriju komprimira u manje zračne spremnike i zagrijava na temperaturu iznad 100 °C. Pod tim uvjetima ugiba preko 99,9 % svih mikroba i to u vremenu od nekoliko milisekundi. Visoke temperature i tlakovi uvjetuju trenutačno ugibanje svih poznatih mikroba, bakterija i gljivica. Uređaj je po učinku sličan autoklavima koji se koriste za sterilizaciju bolničkih instrumenata i zavoja.

Za ispitivanje učinkovitosti tog uređaja koristila se antraksu slična bakterija bacillus globici (BG) koja je poznata po svojoj otpornosti i koja će preživjeti ubačena i u kipuću vodu. Dokazano je da su ove patogene bakterije u potpunosti uginule tek na temperaturama iznad 200 °C, jer pri tim temperaturama ne ugibaju samo mikrobi nego i sve njihove spore.

Testiranjem je dokazano da se korištenjem bioflowera može praktički sterilizirati zrak brzinom od oko 30 m<sup>3</sup> u minuti ili običnim riječima zrak u jednoj prostoriji veličine do 100 m<sup>2</sup> može se sterilizirati u svega nekoliko minuta. Izgrađen je i prijenosni bioflower koji se može koristiti za prečišćavanje zraka u više prostorija. Postupak je patentirala Buffalo Bioflower Corporation kako bi se njegovo korištenje komercijaliziralo. I američka vojska je pokazala veliko zanimanje za ovaj uređaj, a i njihovi će rezultati učinkovitosti uskoro biti objavljeni.

Priredio Marijan Kolombo